

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. А. ПАВЛОВ и М. В. ЯКУТОВИЧ

ПРИРОДА «ВЯЗКОГО» РАЗРУШЕНИЯ

(Представлено академиком И. П. Бардиным 20 XII 1950)

В настоящее время существуют две различные точки зрения на природу «вязкого» разрушения.

Первая точка зрения предполагает существование двух видов разрушения: отрыв, происходящий от нормальных растягивающих напряжений, и срез, происходящий от касательных напряжений ⁽²⁾.

Согласно второй точке зрения оба вида разрушения в конечном итоге происходят под действием нормальных растягивающих напряжений. Скалывающие напряжения вызывают пластическую деформацию, которая разрыхляет материал и подготавливает его к разрушению ⁽³⁾.

Н. Н. Давиденков ⁽¹⁾ еще в 1936 г. указал, что по действующим плоскостям скольжения сопротивление скольжению с деформацией растет, а сопротивление отрыву должно падать в силу тех же искажений решетки, которые увеличивают сопротивление скольжению.

Чтобы решить вопрос о механизме «вязкого» разрушения, необходимо изучить взаимодействие между пластической деформацией и разрушением. В настоящей работе изучено влияние пластической деформации на кинетику возникновения и развития микротрещин. Объектом для исследования служил плексиглас. В плексигласе относительно легко наблюдать возникновение и развитие микротрещин, в то время как в металлах обнаружение трещин связано с очень большими трудностями. Кроме того, в изотропных материалах процессы деформации и разрушения протекают проще, чем в металлах, где анизотропия свойств усложняет эти явления.

Образцы были в виде пластинок размером $2 \times 8 \times 80$ мм. Наблюдения образования и развития микротрещин проводились при растяжении в поле неоднородно распределенной по объему образца пластической деформации: в искусственно вызванной шейке и около сквозных круглых отверстий.

На рис. 1 показана область концентрации скалывающих напряжений, в которой величина перенапряжений превышает 10%, около круглого отверстия в бесконечно протяженной изотропной пластинке при одностороннем растяжении ⁽⁴⁾. На рисунке не нанесено распределение растягивающих нормальных напряжений. Наибольшие растягивающие напряжения будут в точках контура отверстия, в которых касательная к контуру параллельна оси образца; в точках контура, лежащих на оси образца, возникнут сжимающие напряжения, равные растягивающим, приложенным к образцу ⁽⁵⁾.

На рис. 2, а дана фотография локализации микроскопических трещин в полосе, ориентированной вдоль направления действия максимальных скалывающих напряжений в шейке образца; на рис. 2, б, в представлены последовательные стадии возникновения и развития мик-

роскопических трещин около отверстия. Из сравнения рис. 1 и 2 легко видеть, что микроскопические трещины локализируются в местах действия наибольших скалывающих напряжений, т. е. там, где наиболее интенсивно проходит пластическая деформация, но ориентируются всегда перпендикулярно к линиям действия нормальных растягивающих напряжений.

Результаты настоящей работы можно кратко формулировать следующим образом:

а) микротрещины могут возникать еще в области упругих деформаций и в этом случае они закрываются при разгрузке образца;

б) микротрещины возникают всегда под действием растягивающих нормальных напряжений;

в) пластическая деформация увеличивает вероятность возникновения микротрещин даже в анизотропном веществе;

г) микротрещины возникают только на поверхности образца.

В связи с результатами этой работы следует сделать несколько замечаний о картине разрушения. С физической точки зрения существует только один вид разрушения — отрыв. Пластическая деформация, как это еще ранее указал Давиденков для кристаллов, понижает сопротивление отрыву, благодаря чему при пластической деформации становится возможным обра-

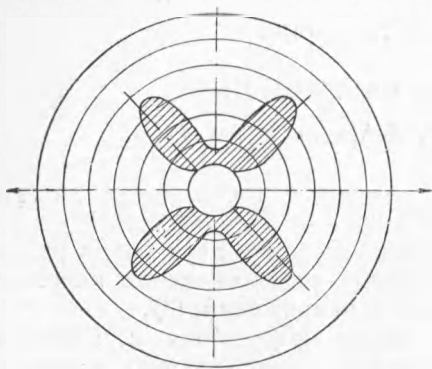


Рис. 1. Контуры областей концентрации скалывающих напряжений, в которых величина перенапряжений превышает 10%, около круглого отверстия в изотропной пластинке, подвергнутой растяжению (*)

зование микротрещин при действующих нормальных растягивающих напряжениях значительно меньших, чем хрупкая прочность недеформированного материала. Процесс разрушения есть процесс образования и развития микротрещин под действием нормальных напряжений. Поверхность разрушения (разъединения) должна ориентироваться перпендикулярно максимальным растягивающим напряжениям. Отступление от этого правила обусловлено анизотропией прочности на отрыв, связанной с кристаллическим строением вещества или вызванной пластической деформацией.

Институт физики металлов
Уральского филиала Академии наук СССР

Поступило
3 XII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Давиденков, Динамические испытания металлов, 1936. ² Я. Б. Фридман, Единая теория прочности, 1942. ³ М. В. Якутович и Ф. П. Рыбалко, ДАН, 60, № 2 (1948); 61, № 2 (1948). ⁴ А. В. Степанов, Изв. АН СССР, сер. физ., 16, № 1, 122 (1950). ⁵ Г. Нейбер, Концентрация напряжений, 1944, стр. 68.

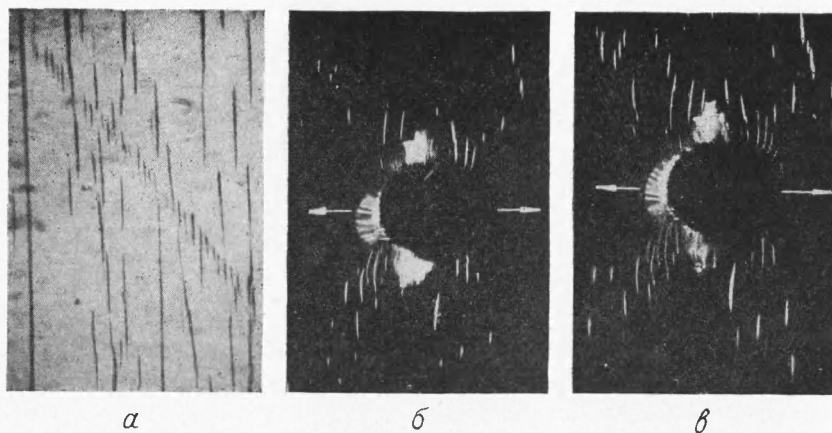


Рис. 2. *а* — локализация микроскопических трещин в полосе, ориентированной вдоль направления действия максимальных скалывающих напряжений в шейке образца; *б, в* — кинетика возникновения и развития микротрещины около отверстия в изотропной пластинке при ее растяжении. $\times 30$